



許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関  
国際事務局(43) 国際公開日  
2004年4月1日 (01.04.2004)

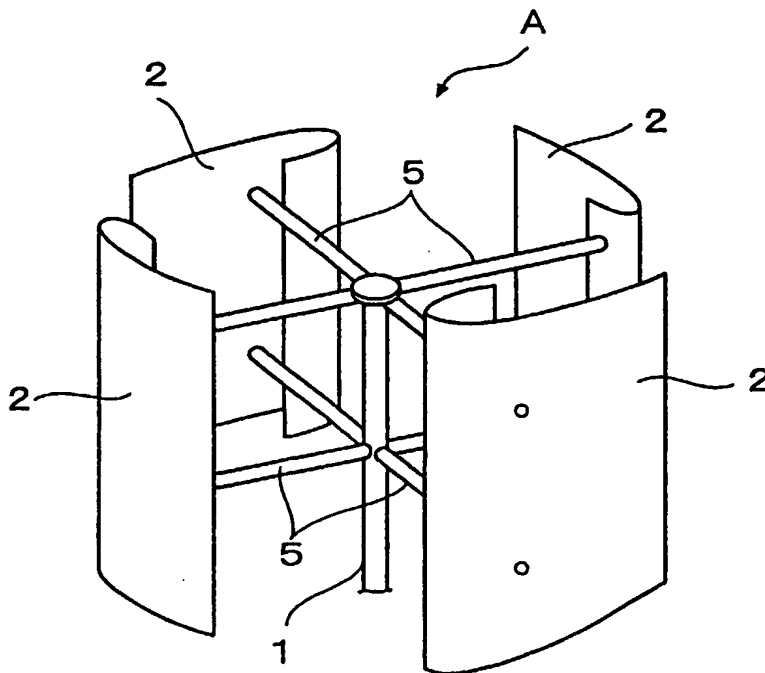
PCT

(10) 国際公開番号  
WO 2004/027259 A1

- (51) 国際特許分類: F03D 3/06
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2003/012031
- (22) 国際出願日: 2003年9月19日 (19.09.2003)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:  
特願2002-275032 2002年9月20日 (20.09.2002) JP
- (71) 出願人 および  
(72) 発明者: 野口 常夫 (NOGUCHI, Tsuneo) [JP/JP]; 〒157-0062 東京都 世田谷区 南烏山 6丁目 2 4-20 アーバンコート南烏山 301号 Tokyo (JP).
- (74) 代理人: 大滝 均 (OTAKI, Hitoshi); 〒110-0005 東京都 台東区 上野 3丁目 7番 7号 青邦ビル 4階 Tokyo (JP).
- (81) 指定国 (国内): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.
- (84) 指定国 (広域): ARIPO 特許 (GH, GM, KE, LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア特許 (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ特許 (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI 特許 (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).
- 添付公開書類:  
— 国際調査報告書
- 2文字コード及び他の略語については、定期発行される各PCTガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語のガイダンスノート」を参照。

(54) Title: WINDMILL FOR WIND POWER GENERATION

(54) 発明の名称: 風力発電用の風車



(57) Abstract: The blades of a lift type vertical shaft type windmill are improved to make it possible to efficiently rotate the windmill even at start or in low-speed wind areas, so as to provide a highly efficient windmill for wind power generation. A windmill for wind power generation, wherein in planes orthogonal to a vertical rotary shaft, a plurality of blades are parallelly provided on the rotary shaft at given angular intervals with the center at the rotary shaft. In this windmill, the blades are of airfoil shape having a low Reynolds number and a high lift coefficient and are formed with a notch in the rear edge of the lower surface of the airfoil.

(57) 要約: 揚力型の垂直軸型風車のブレードを改善して、起動時や低風速域でも、風車を効率よく回すことができるようにし、高効率な風力発電用の風車を提供することにある。垂直回転軸に直交する面内で、該回転軸を中心として一定角度ごとに複数のブレードが回転軸に平行に設けられた風力発電用の風車において、前記ブレードは、低いレイノルズ数で高い揚力係数を備え

た翼型であって、該翼下面の後縁部に切欠部が形成される。

WO 2004/027259 A1

## 明 細 書

## 風力発電用の風車

## 5 技術分野

本発明は、風力発電に使用される風車のブレード形状の改良に関する。

## 背景技術

10 一般に、風力発電用の風車には、オランダ型風車に代表されるような風に対して回転軸が水平になっている水平軸型風車と、風に対して回転軸が垂直になっている垂直軸型風車が知られている。

このうち、垂直軸型風車には、パドル型やサボニウス型などのようにブレードに発生する抗力で風車を回す抗力型と、ダリウス型やジャイロミル型などのようにブレードに発生する揚力で風車を回す揚力型とが知られて  
15 いる。すなわち、前者は、風上に向かうブレードの抵抗を小さくして、抗力差によって風車を回転させるのに対し、後者は、ブレードに発生する揚力によって風車を回転させるようになっている(例えば特許文献1参照)。

## 【特許文献1】

特開昭54-153944号公報

20 ところが、垂直軸型の前者(抗力型)の場合、周速比(ブレードの翼端速度/風速)が1となると、風車をそれ以上に回すモーメントが発生せず、風速が上がっても、それ以上の回転数を得ることもできず、発電効率が悪いという問題があった。一方、後者(揚力型)の場合、周速比が1以上で

は、風車の空力特性が良くなり、風車を効率良く回すことができるが、周速比が1以下では、風車の空力特性が悪くなり、風車を回すモーメントが小さくなる。また、起動モーメントが小さく、停止状態からの起動が非常に困難となる欠点があった。

- 5      そこで、ブレード形状を改良して発電効率を高めるものとして、例えば特許文献2などが知られている。この公報では、水平軸型のプロペラ型（揚力型）の風車が開示され、図7に示すように、回転軸51に直交する面内で回転軸51からロータ52を介して一定角度ごとに複数の風車ブレード53を設けるとともに、各風車ブレード53内に、それぞれ先端に向かって出退自在に内蔵された補助ブレード54を備え、低風速域で、図7矢印
- 10    方向に、補助ブレード54を風車ブレード53内の二点鎖線位置から図7上方に突出させ、揚力を増やして回転トルクを増大させるようにしたものが開示されている。

- ところが、この風車は、水平軸型の風車であり、発電効率が向上しても、
- 15    部品点数が増大して、コスト高になるという問題があった。そのため、同一の発電能力を得るのに、装置のコストが上昇してしまう欠点があった。

#### 【特許文献2】

特開2001-132615号公報

- ちなみに、特許文献1には、図8に示すように、車軸61に翼固定板62
- 20    2が取り付けられ、該翼固定板62の間に、湾曲した翼（ブレード）63が車軸61に対して迎角0度で取り付けられた垂直軸型風車が示されている。しかし、この特許文献1では、翼（ブレード）63が湾曲している例が示されるだけで、具体的な翼（ブレード）63の構造について何ら開示

されていない。

#### 発明の開示

そこで、本発明の目的は、垂直軸型風車のブレード形状を改善して、広  
5 範囲の風速域で、風車を発電効率よく回すことができるようにし、発電効  
率の高い風力発電用の風車を提供することにある。

本発明の上記目的は、垂直回転軸に直交する面内で、該回転軸を中心と  
して一定角度ごとに複数のブレードが回転軸に平行に設けられた風力発電  
用の風車において、前記ブレードは、低いレイノルズ数で高い揚力係数を  
10 有する翼型であって、該翼下面の後縁部を切り欠いて形成されることによ  
り、達成される。

また、上記目的は、前記レイノルズ数を、30,000～3,000,  
000の範囲にあるようにしたことにより、効果的に達成される。

また、上記目的は、前記揚力係数を、1.0～1.4の範囲にあるよう  
15 にしたことにより、効果的に達成される。

さらに、上記目的は、切欠部を、翼弦長に対して前縁から35%～45%  
の位置から後縁に亘って形成したことにより、より効果的に達成される。

#### 図面の簡単な説明

20 第1図は、本発明に係る風車の外観を示す斜視図である。

第2図は、図1の風車を上方から眺めたブレードの配置を説明する図で  
ある。

第3図は、図1に示すブレードの斜視図である。

第4図は、前記ブレードに支持ストラットを取り付ける構造を示す図である。

第5図は、前記ブレード回りの圧力分布を説明する図である。

第6図は、前記ブレードの回転動作を説明する図である。

5 第7図は、従来のプロペラ型のブレード構造を説明する図である。

第8図は、従来の垂直軸型風車の斜視図である。

発明を実施するための最良の形態

以下、図面を参照しながら、本発明の実施形態を説明する。

10 図1は、本発明の実施例に係る風力発電用の風車Aの外観を示す。この風車Aは、垂直軸型風車であり、風力による風車の回転力を利用して、発電するようになっている。この風車Aには、図1および図2に示すように、垂直方向に延びる回転軸1に直交する面内で同一半径の円周方向に沿って、アルミ合金やプラスチック（FRPを含む）などからなる4枚の翼型のブレード2、2・・・が回転軸に平行に配されている。このブレード2の外  
15 皮は、図3に示すように、1枚構造のアルミ合金やプラスチック（FRPを含む）などの材質からなる薄板状の素材を曲げて流線形の翼型に形成される。

また、ブレード2内には、図3および図4に示すように、断面略コ字状  
20 の支持桁3が嵌挿され、該支持桁3は、ブレード2の上、下面でそれぞれリベットや接着剤などによって取り付けられ、回転時のブレード2の変形を防止するようになっている。この支持桁3には、ストラット支持金具4が装着され、該ストラット支持金具4により、回転軸1から放射状に延びる

支持ストラット 5 の端部を固定するようになっている。その結果、ブレード 2 の回転は、支持ストラット 5 を介して回転軸 1 に伝達されるようになっている。

そして、このブレード 2 は、4 字系翼型, R A F 翼型, ゲッチンゲン翼型などに代表されるような飛行機に使用される流線形の翼型に形成され、翼下面の後縁部に切欠部 B が形成されている。この翼下面は、翼の空力特性によって、前縁 a より 35% ~ 45% の間の位置から後縁 b に亘って切り欠かれている。その結果、ブレード 2 は、低いレイノルズ数で高い揚力係数になるような翼型に形成される。また、ブレード 2 に対する風向き（図 4 矢印方向）に対して、図 4 に示すように、ブレード 2 の翼弦 c は、0 度 ~ 5 度の角度で取り付けられるようになっている。

また、ブレード 2 の周囲には、図 5 に示すように、前方（図 5 矢印方向）からの風に対して圧力分布が形成される。すなわち、ブレード 2 に使用されている翼型の圧力分布は、翼下面の前部に外気圧より高い圧力が分布し、後部にはほぼ外気圧と同じ圧力となり、上面には前端の翼形状によって流速が加速されるため、圧力が小さくなる。よって、ブレード 2 の下面の後部に切欠部 B を設けても、翼の空力特性には影響が小さい。

よって、ブレード 2 は、図 6 に示すように、前方（同図 A 1 矢印方向）から風を受けると、揚力が同図 L 矢印方向に発生する。そのため、このブレード 2 に発生する揚力の回転方向分力（L 1）によって風車は、反時計方向に回転する。

また、起動時のように低風速域では、ブレード 2 には、後方（同図 A 2 矢印方向）から風を受けて回転すると、ブレード 2 の翼下面の切欠部 B に

よって、ブレード2に大きな空気抵抗が生じる。これによって、サボニウス型風車効果、すなわち、空気抵抗によってブレード2に回転モーメントが発生して、風車の起動トルクが発生することになる。

その結果、ブレード2には、翼下面に切欠部Bが形成されているので、

- 5 図6のA2矢印方向からの風に対して、周速比1以下の低風速域では、空気抵抗によって回転モーメントが生じ、これが図6のA1矢印方向からの風を受けるブレード2に発生する揚力の回転方向分力(L1)に加わって回転し、周速比1以上の高風速域では、ブレード2に発生する揚力によって回転することになる。すなわち、ブレード2は、低レイノルズ数で高い
- 10 揚力係数になるような翼型で形成されているので、いかなる風速でも、ブレード2を回転させることができ、効率よく発電することができる。

また、ブレード2は、アルミ合金などの軽量の部材を利用しているため、ブレード2全体の重量が小さくなって、ブレード2に生じる遠心力による荷重が減少する。

- 15 従って、上記実施例では、ブレード2の翼下面の後縁部に切欠部Bを形成しているが、低レイノルズ数で高い揚力係数を有するような翼型を使用しているため、ブレード2には、風によって空気抵抗と揚力が発生し、これらの力によってブレード2を回転させる。よって、いかなる風向および風速でも、ブレード2には発電に必要な回転モーメントを発生させること
- 20 ができる。その結果、広範囲の風速域に亘って、ブレード2を回転させることができる。

また、この風車Aでは、回転軸1の周囲に4枚のブレード2を配して、あらゆる方向からの風に対してブレード2を効率よく回転させることがで

きるので、'風向きに関係なくあらゆる風向きでも発電することができる。

また、ブレード2は、支持ストラット5によって上下2点で支持する構造であり、風車全体の軽量化が容易であるとともに、コンパクトな構造が可能である。そのため、一般家庭用やビル用としてだけでなく、海上に設置されたブイなどに設けることができる。

なお、上記実施例では、垂直軸型風車に4枚のブレード2を配したが、これに限らず、複数枚のブレードを用いればよく、上記実施例と同様の作用および効果を奏することができる。

また、ブレード2には、両先端に空気抵抗を減少させるための先端カバーを取り付けたり、必要に応じてブレード2の誘導効力を減少させるためのウィングレットを取り付けることも可能である。

#### 産業上の利用可能性

以上のように、本発明に係る風力発電用の風車では、垂直回転軸に直交する面内で、該回転軸を中心として一定角度ごとに複数のブレードが設けられた風力発電用の風車において、ブレードは、低いレイノルズ数で高い揚力係数を有する流線形の翼型になるように、該翼下面の後縁部を切り欠いて形成される。すなわち、風の分力で空気抵抗や揚力によってブレードを回すため、いかなる風速および風向からの風でも、特に起動時や、風の弱い低速風域でも、抗力型風車の特性と揚力型風車の特性を効果的に組み合わせることによって、ブレード、即ち風車を発電効率よく回転させることができる。また、垂直軸型風車で、翼下面の一部に切欠部を設けただけであるので、簡単な構造であってコンパクトになり、小型や中型の風車を

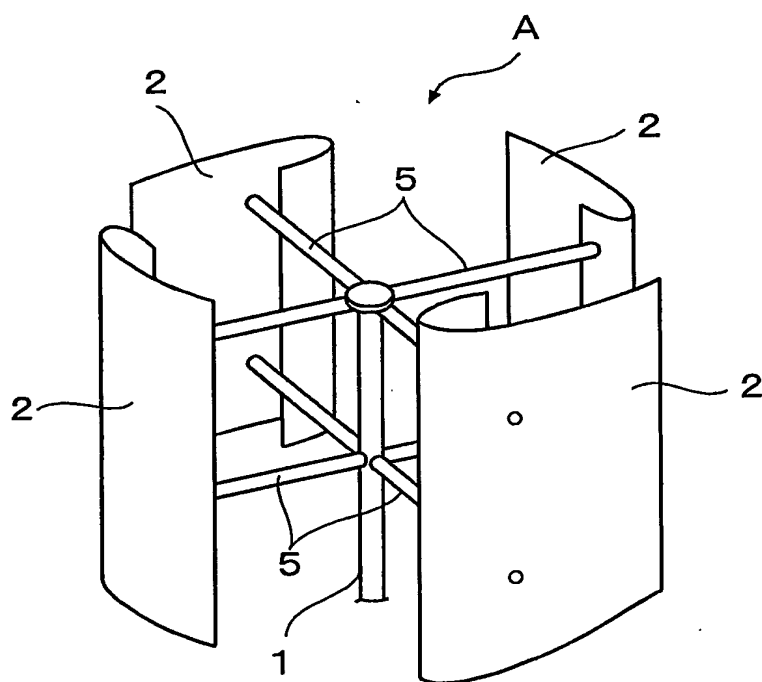


安価かつ容易に製造することができ、海上に設置するブイや家庭用の発電機など、広範囲の利用形態が可能になる。

## 請 求 の 範 囲

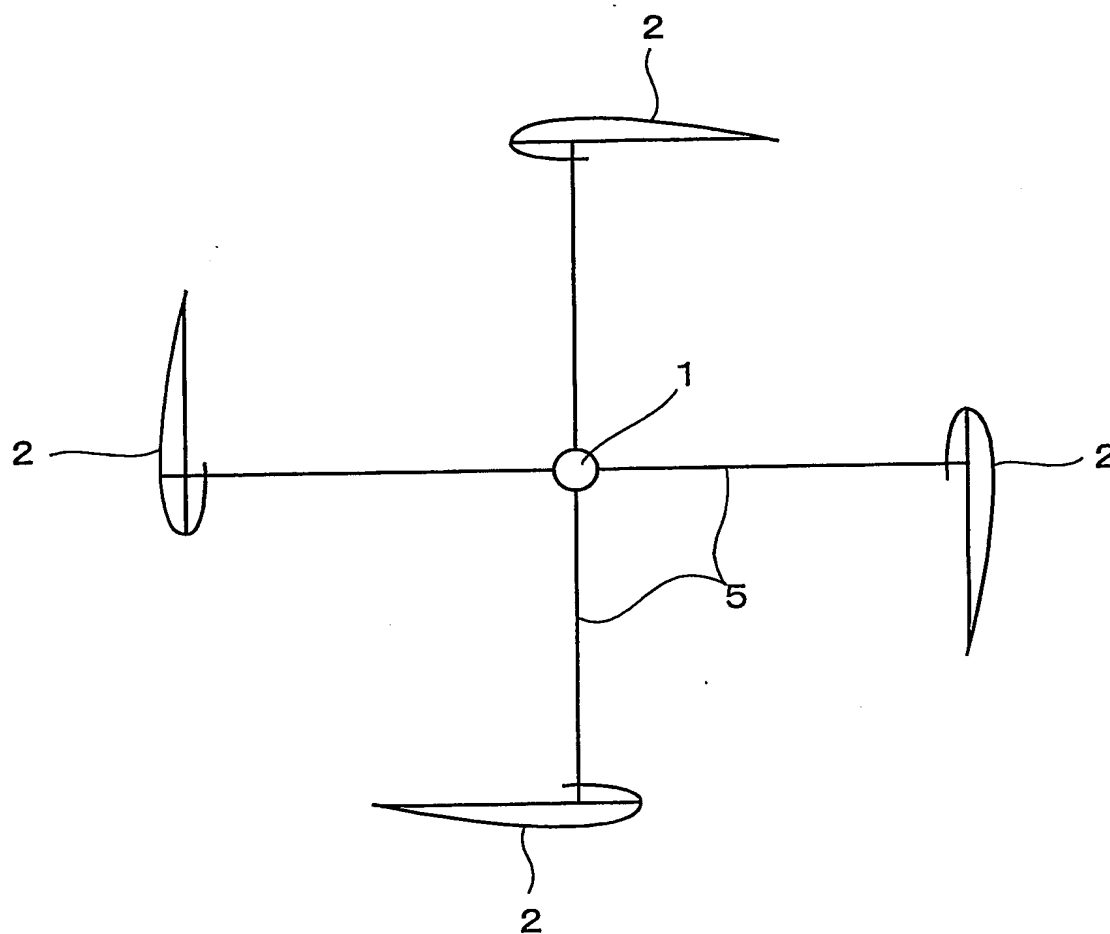
1. 垂直回転軸に直交する面内で、該回転軸を中心として一定角度ごとに複数のブレードが設けられた風力発電用の風車において、
- 5 前記ブレードは、低いレイノルズ数で高い揚力係数を有する翼型であって、該翼下面の後縁部に切欠部が形成されることを特徴とする風力発電用の風車。
2. 前記レイノルズ数は、30,000～3,000,000の範囲にある請求項1に記載の風力発電用の風車。
- 10 3. 前記揚力係数は、1.0～1.4の範囲にある請求項1に記載の風力発電用の風車。
4. 前記切欠部は、翼弦長に対して前縁から35%～45%の位置から後縁に亘って形成されている請求項1に記載の風力発電用の風車

第1図



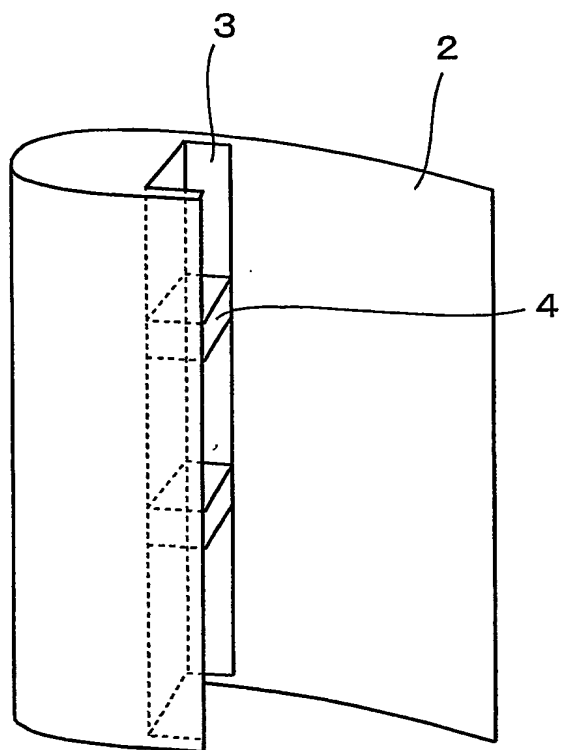
2/7

第2図



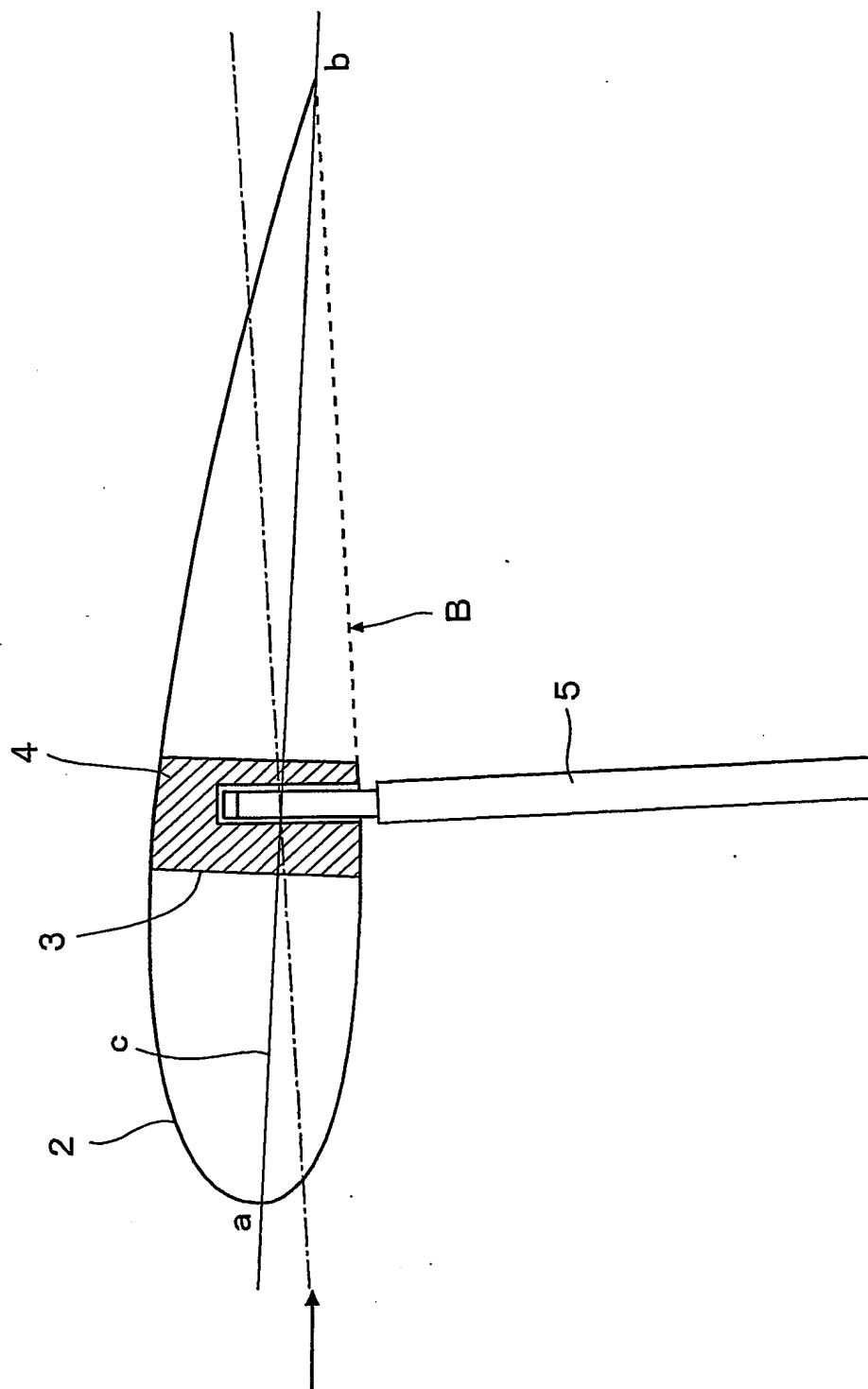
3/7

第3図



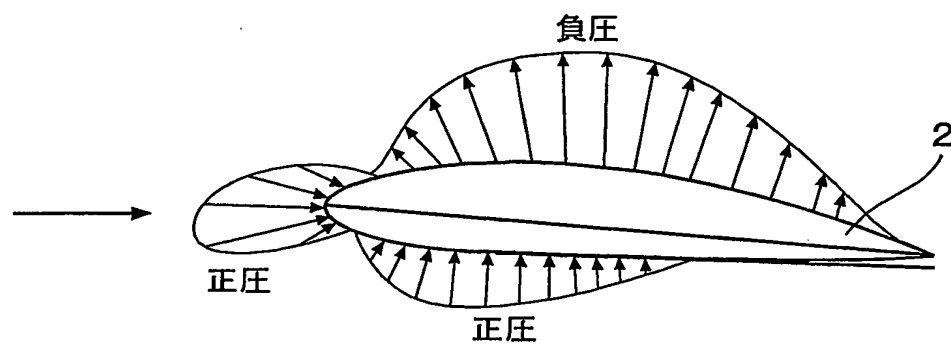
4/7

第4図

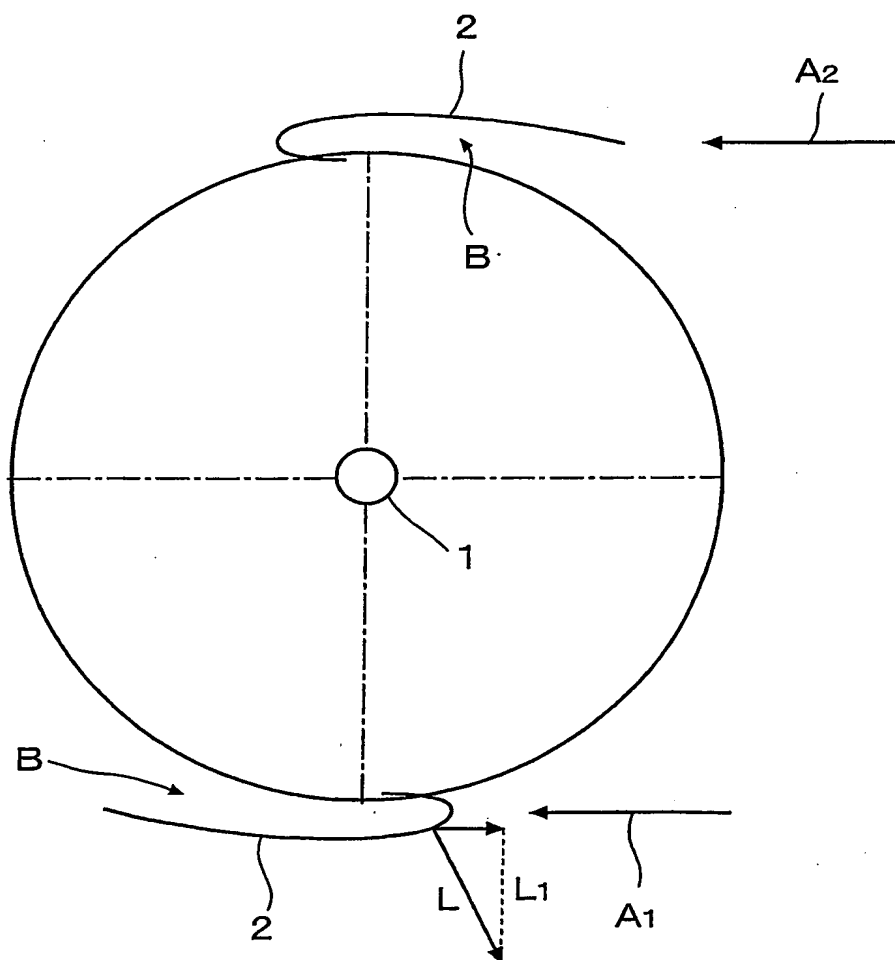


5/7

第5図

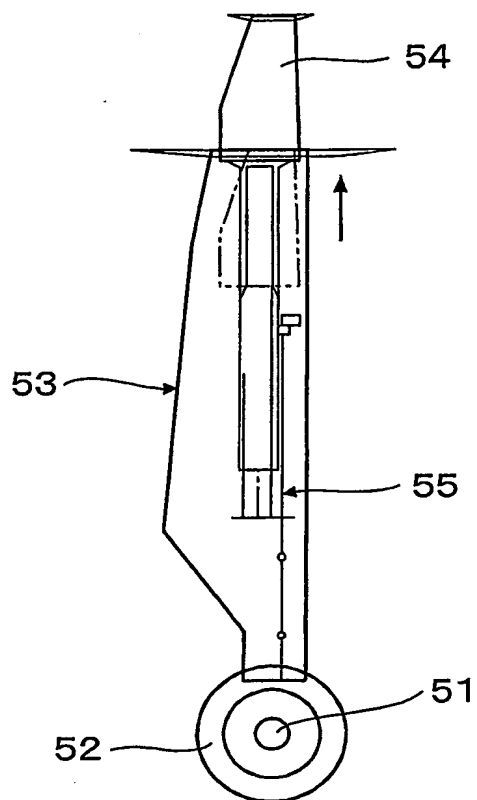


第6図



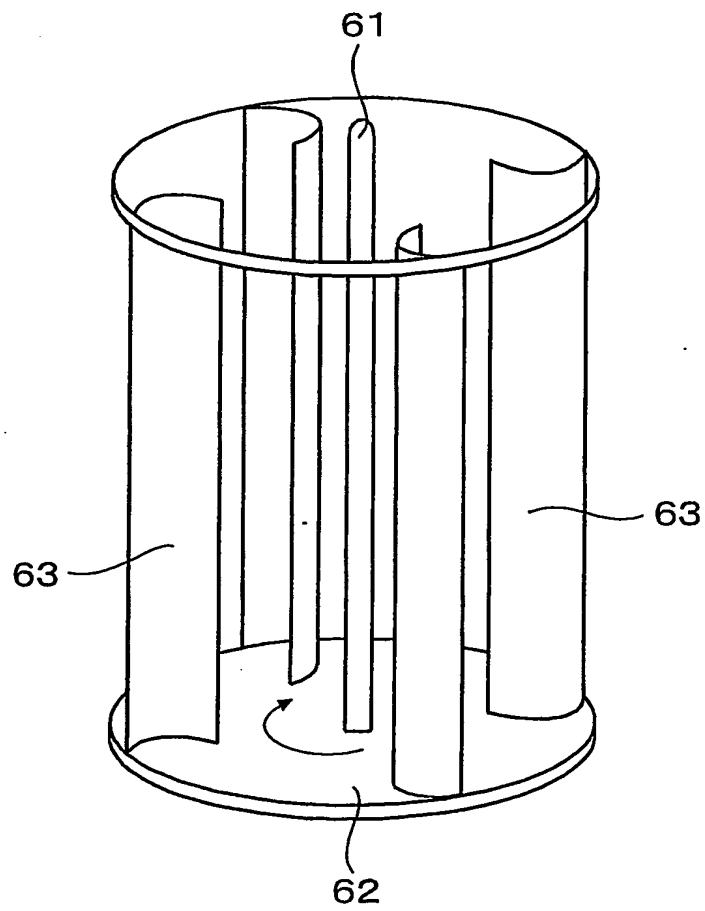
6/7

第7図





第8図



# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No.  
PCT/JP03/12031

## A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl<sup>7</sup> F03D3/06

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)  
Int.Cl<sup>7</sup> F03D3/06

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2003
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2003	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2003

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 7-12045 A (Michiaki TSUTSUMI), 17 January, 1995 (17.01.95), Fig. 5 (Family: none)	1-4
A	JP 2002-266748 A (Daiei Dorimu Kabushiki Kaisha), 18 September, 2002 (18.09.02), (Family: none)	1-4
A	JP 11-294313 A (Takao ISHIHARA), 26 October, 1999 (26.10.99), (Family: none)	1-4

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☐ See patent family annex.

\* Special categories of cited documents:  
 "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance  
 "E" earlier document but published on or after the international filing date  
 "I" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)  
 "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means  
 "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention  
 "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone  
 "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art  
 "&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search  
19 December, 2003 (19.12.03)

Date of mailing of the international search report  
13 January, 2004 (13.01.04)

Name and mailing address of the ISA/  
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))  
Int. Cl<sup>7</sup> F 0 3 D 3 / 0 6

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))  
Int. Cl<sup>7</sup> F 0 3 D 3 / 0 6

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報 1922-1996  
日本国公開実用新案公報 1971-2003  
日本国実用新案登録公報 1996-2003  
日本国登録実用新案公報 1994-2003

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
A	J P 7-12045 A (堤 道明) 1995. 1. 17, 第5図 (ファミリーなし)	1-4
A	J P 2002-266748 A (大永ドリーム株式会社) 2002. 9. 18 (ファミリーなし)	1-4
A	J P 11-294313 A (石原 崇夫) 1999. 10. 26 (ファミリーなし)	1-4

☐ C欄の続きにも文献が列挙されている。

☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

\* 引用文献のカテゴリー

「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの  
「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの  
「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)  
「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献  
「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献  
「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの  
「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの  
「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの  
「&」 同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日 19. 12. 03

国際調査報告の発送日 13.01.04

国際調査機関の名称及びあて先  
日本国特許庁 (ISA/J P)  
郵便番号100-8915  
東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)  
中野 宏和



3 T 9 6 1 6

電話番号 03-3581-1101 内線 3353